

Гарнитура подготавливается к работе следующим образом: в матрицу 1 устанавливаются демпфирующий элемент 2 и межножевые планки 3, 4, 5, 6, 7 и 8 при помощи соединений с натягом 9. Затем в межножевые планки набираются ножи 10. Все собранные сегменты гарнитуры закрепляются на роторном и статорном дисках, после чего мельница готова к эксплуатации. Разборка гарнитуры производится в обратной последовательности. Предложенная конструкция наборной гарнитуры отличается от аналогов простотой конструкции, удобством монтажа и демонтажа ножей.

Демпфирующий элемент в конструкции сегмента наборной гарнитуры снижает динамические нагрузки, возникающие при размоле. Так повышается надежность гарнитуры и элементов конструкции мельницы – статорного и роторного узлов.

Межножевые планки и ножи могут быть изготовлены из неметаллических износостойких материалов. Коэффициент продольной упругости таких материалов гораздо меньше чем у металлов. Тем самым обеспечивается меньший «режущий» эффект ножей гарнитуры. При этом сохраняется первоначальная длина древесных волокон, и механические свойства готовой продукции возрастают.

Сравнение технического решения конструкции сегмента наборной гарнитуры с прототипом отличается простотой и надежностью крепления ножей. Также при такой конструкции сегмента возможно создание любого рисунка ножей гарнитуры.

В статье предлагается новая конструкция сегмента наборной гарнитуры ножевых размалывающих машин. Предлагаемая гарнитура имеет простую и надежную конструкцию крепления ножей.

Библиографический список

1. Вихарев С.Н. Надежность гарнитуры ножевых размалывающих машин. Деревообработка: технологии, оборудование менеджмент XXI века: труды XIII Международн. евразийск. симпозиума. Екатеринбург: УГЛТУ, 2018. С. 151–155.
2. Вихарев С.Н. Виброзащита ножевых размалывающих машин. Екатеринбург: УГЛТУ, 2014. 147 с.
3. Гарнитура дисковой мельницы: пат. 76648 Рос. Федерация № 2008116181/22 МПК7 D 21 D 1/30 / С.Н. Вихарев, А.В. Кулакова; заявл. 24.04.2008; опубл. 27.09.2008.
4. Гарнитура дисковых мельниц: пат. 58125 Рос. Федерация № 2006116905/22 МПК7 D 21 D 1/30 / С.Н. Вихарев, С.А. Душинина, Н.С. Янковская; заявл. 16.05.2006; опубл. 10.11.2006.

УДК 676.024.61

С.Н. Вихарев, М.Г. Зинатов

(S.N. Viharev, M.G. Zinатов)

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

E-mail для связи с авторами: cbp200558@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ЧИСЛА ДЕБОРЫ ВОЛОКНИСТОЙ ПРОСЛОЙКИ ПРИ РАЗМОЛЕ ВОЛОКНИСТЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

RESEARCH OF NUMBER OF DEBORAH OF THE FIBROUS LAYER AT REFINING OF FIBROUS SEMI-FINISHED PRODUCTS

В теории контактного взаимодействия ножей показана зависимость результатов размола от числа Деборы волокнистой прослойки. В статье показано,

что число Деборы волокнистой прослойки при размоле возрастает с увеличением частоты вращения ротора и уменьшением угла перекрещивания ножей. Число Деборы уменьшается при увеличении ширины площадки контакта ножей и нормальной нагрузки, действующей на нож гарнитуры.

The dependence of results of grind on Deborah's number of a fibrous layer is shown in the theory of contact interaction of knives. In article it is shown that Deborah's number of fibrous layer at grind increases with increase in frequency of rotation of rotor and reduction of an angle of crossing of knives. Deborah's number decreases at increase in width of the platform of contact of knives and the normal loading operating on a plate knife.

В настоящее время существует две теории размола волокнистых полуфабрикатов. Первая теория – теория гидродинамического взаимодействия на волокно, вторая – теория силового воздействия на волокно [1, 2]. Для описания силового воздействия на волокно предложена теория контактного взаимодействия ножей гарнитуры [3, 4]. В этой теории показана зависимость результатов размола от числа Деборы волокнистой прослойки.

Цель статьи – исследование числа Деборы для волокнистой прослойки при размоле волокнистых полуфабрикатов.

Число Деборы волокнистой прослойки можно определить как

$$\xi = T_{\zeta} V / a_n, \quad (1)$$

где T_{ζ} – время релаксации волокнистой прослойки;

V – скорость скольжения ножей ротора по ножам статора;

a_n – ширина площадки контакта ножей ротора и статора.

Число Деборы прямо пропорционально скорости скольжения ножей ротора по ножам статора. Возникает эффект «всплытия» ножей при больших скоростях скольжения, характерный для вязкоупругих материалов. При малых скоростях скольжения ($V \rightarrow 0$, $\xi \rightarrow 0$) внедрение каждого ножа одинаково при большой и малой плотности контакта ротора и статора. Это объясняется тем, что волокнистая прослойка успевает полностью восстановиться в межножевой канавке. При увеличении скорости скольжения сказывается плотность контакта ножей. При увеличении шага ножей гарнитуры межножевой зазор при одной и той же нагрузке уменьшается [5].

Ширина площадки контакта ножей гарнитуры определяется по формуле (2) [4]:

$$a_n = \sqrt[3]{\frac{3Pb}{4E^*}}, \quad (2)$$

где P – нормальная нагрузка, действующая на нож;

b – ширина ножа гарнитуры;

$E^* = E_L / (1 - \nu^2)$, где E_L – длительный модуль упругости волокнистого материала, ν – коэффициент Пуассона.

Ширина площадки контакта ножей a_n зависит от свойств волокнистых полуфабрикатов и приложенной нагрузки P . Максимальная ширина площадки ножей $a_{n \max} = b / \cos \beta$, где β – угол перекрещивания ножей ротора и статора. При размоле щепы и массы высокой концентрации ширина площадки контакта может превышать максимальную за счет забивания межножевых каналов гарнитуры [5].

Скорость скольжения ножей ротора по ножам статора [6]:

$$V = [(V_N)^2 + (V_t)^2]^{1/2} = \{ [\omega R (1 - \sin^2 \alpha)]^{1/2} / \sin \beta \}^2 + \{ [\omega R \cos(\beta - \alpha)] / \sin \beta \}^2 \}^{1/2}, \quad (3)$$

где V_N , V_t – нормальная и тангенциальная составляющие скорости скольжения ножей;

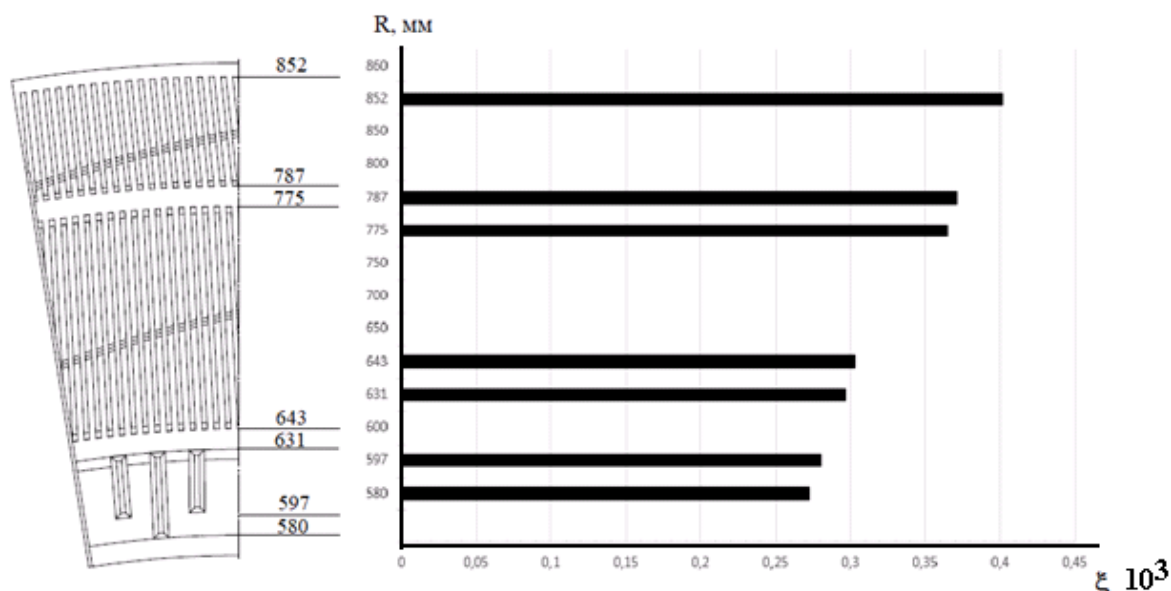
ω – угловая частота вращения ротора;

R – наружный радиус гарнитуры;

α – угол наклона ножей к радиусу;

Время релаксации древесных волокнистых материалов составляет от $2,8 \cdot 10^{-4}$ секунд у целлюлозы низкой концентрации до десятков секунд у древесины [7]. При размоле в ножевых размалывающих машинах время воздействия ножей сопоставимо со временем релаксации волокнистых полуфабрикатов. При исследовании процесса размола и разработке конструкций гарнитуры это необходимо учитывать.

Число Деборы в зависимости от радиуса гарнитуры при размоле щепы ($V = 100$ м/с, $a_n = 2 \cdot 10^{-3}$ м) представлено на рисунке.



Число Деборы волокнистой прослойки в зависимости от радиуса гарнитуры

Анализируя формулы (1–3), можно сделать вывод, что число Деборы волокнистой прослойки при размоле возрастает с увеличением частоты вращения ротора и уменьшением угла перекрещивания ножей. Число Деборы уменьшается при увеличении ширины площадки контакта ножей и нормальной нагрузки, действующей на нож гарнитуры.

Библиографический список

1. Легоцкий С.С., Гончаров В.И. Размалывающее оборудование и подготовка бумажной массы. М.: Лесная промышленность, 1990. 224 с.
2. Иванов С.Н. Технология бумаги. М.: Лесная промышленность, 2006. 696 с.
3. Вихарев С.Н. Контактное взаимодействие гарнитуры мельниц с волокнистым полуфабрикатом // Лесной журнал. 2013. № 3. С. 133–138.

4. Вихарев С.Н., Алашкевич Ю.Д., Сиваков В.П. Исследование размола волокнистых материалов в ножевых размалывающих машинах с учетом износа гарнитуры // Системы. Методы. Технологии. № 3 (39). С. 108–115.

5. Гончаров В.Н. Теоретические основы размола волокнистых материалов в ножевых мельницах: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Л., 1990. 31 с.

6. Вихарев С.Н. Вибрационные процессы при размоле волокнистых полуфабрикатов в ножевых мельницах // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: труды XII Междунар. евразийск. симпозиума 19–22 сент. 2017 г. С. 107–113.

7. Вихарев С.Н. Исследование времени релаксации древесины и волокнистых материалов // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: труды XIII Междунар. евразийск. симпозиума 18–21 сент. 2018 г. С. 61–64.

УДК 676.024.61

С.Н. Вихарев, Н.Е. Чистяков

(S.N. Viharev, N.E. Chistyakov)

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

E-mail для связи с авторами: cbr200558@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ БИЕНИЙ РОТОРНОГО ДИСКА МЕЛЬНИЦЫ

RESEARCH OF BEATING OF THE ROTOR DISK REFINERS

В статье исследуется биение роторного диска мельницы МД-31. Показано, что эти биения соизмеримы с межножевым зазором. Это приводит к снижению надежности гарнитуры. Для устранения этого недостатка предложено использовать подшипники с натягом, которые обеспечивают стабильное положение ротора. Разработана конструкция мельницы для перевода подшипников ротора из режима маятниковых колебаний в статический режим.

In article are investigated beating of a rotor disk of refiner of MD-31. It is shown that these beats are commensurable with an inter knife gap. It leads to decrease in reliability of plate. For elimination of this shortcoming it is offered to use bearings with a tightness which provide the rotor situation of stability. The mill design is developed for the translation of bearings of a rotor from the mode of oscillating fluctuations in the static mode.

Дисковые мельницы – основное технологическое оборудование для размола волокнистых полуфабрикатов в целлюлозно-бумажном производстве. Ротор мельницы совершает колебания в осевом и радиальном направлениях. Биения ротора зависят от частоты вращения, жесткости конструкции и сил, действующих на роторный диск. Разработана методика расчета биений ротора и обеспечения стабильного положения диска [1]. Как показали исследования, основной причиной биений диска являются зазоры в конструкции ротора [2].

Исследуем биения ротора мельницы МД-31. Эта мельница предназначена для размола волокнистых полуфабрикатов концентрацией не более 6 %. Мельница имеет присадку ротором. Ротор мельницы установлен в подшипниках качения (рис. 1).

Зазор между ротором и статором при эксплуатации мельницы МД-31 составляет десятые доли миллиметра [3, 4]. Цель статьи – исследование биений ротора и разработка мероприятий по их снижению.